Produktie, kapitaal en interest

van de Klundert, T.C.M.J.

Publication date:
1971

Th. van de Klundert

Produktie, kapitaal en interest

ECONOMISCH INSTITUUT TILBURG
POLITIEKE-ECONOMIE

DE ECONOMIST 118, NR. 6, 1970

PRODUKTIE, KAPITAAL EN INTEREST*

DOOR

PROF. DR. TH. VAN DE KLUNDERT

1. INLEIDING

In de kapitaaltheorie staat de verklaring van de kapitaalbeloning in de vorm van interest c.q. winst centraal. Volgens de moderne opvatting is dit evenwel een eenvoudig probleem. De kapitaalbeloning is net als alle andere beloningen en prijzen een weerspiegeling van de relatieve schaarste. Het grote verschil met de 19e -eeuwse discussie over deze problematiek is, zo wordt gesteld, dat in de neoklassieke theorie met ethische concepties is afgerekend. De theorie is ethisch neutraal, derhalve strikt wetenschappelijk.

Kenmerkend voor deze moderne neoklassieke theorie is de simultane verklaring van alle prijzen en beloningsvoeten. De kapitaaltheorie vormt hiervan een onderdeel, hetgeen door R. M. Solow als volgt onder woorden is gebracht: 'The theory of capital is after all just a part of the fundamentally micro-economic theory of the allocation of resources, necessary to allow for the fact that commodities can be transformed into other commodities over time'.[1] De vraag is of een dergelijke uitspraak meer inhoudt dan het louter *definiëren* van de interest met behulp van prijzen in heden en toekomst. In wat Solow pleegt aan te duiden als 'lowbrow economics' heeft men het hier in ieder geval niet bij gelaten en werkt men met produktiefuncties, waarin de factor kapitaal naast arbeid een zelfstandige plaats inneemt.

De neoklassieke theorie in het algemeen en de kapitaaltheorie in het bijzonder staan de laatste jaren in de internationale vakliteratuur weer ter discussie. Onlangs hebben M. Dobb en D. M. Nuti in dit

* Met dank aan Drs. A. van Schaik voor de stimulerende kritiek.

[1] R. M. Solow, *Capital Theory and the Rate of Return*, Amsterdam 1963, blz. 14.

tijdschrift ieder afzonderlijk een summier, doch voortreffelijk overzicht van dit debat gegeven.[2] Beide auteurs leggen er de nadruk op, dat de kritiek op de moderne theorie een rehabilitatie van de klassieken en in het bijzonder van Ricardo en Marx impliceert. Als men de vooruitgang in de wetenschap niet als een rechtlijnig proces ziet, behoeft een dergelijke stelling niet te verwonderen. Toch zal de verwerking ervan moeite kosten. De verdelingstheorie van Ricardo geldt in de vigerende opvattingen nu eenmaal als achterhaald of 19e-eeuws, terwijl Marx er gewoonlijk nog slechter afkomt. Typerend is in dit verband het volgende aan M. Blaug ontleende citaat: "It is curious that Marx, the prophet of socialism, gave the whole dispute about the respective merits of capitalism and socialism a wrong slant by confusing the social and the economic implications of the theory of interest. The debate about capitalism versus socialism revolves around the question of how certain functions can be most efficiently performed, functions bound up with the ownership of property. Instead, Marx is caught up in the purely metaphysical problem of whether capital is barren or productive, whether interest or profit is a payment for services rendered or merely income stolen from workers'.[3]

Bij een beoordeling van de zienswijze van Dobb en Nuti fungeert het werk van P. Sraffa als een onmisbare schakel.[4] Sraffa heeft laten zien hoe aan de opvattingen van Ricardo met betrekking tot het produktieproces en de primaire inkomensverdeling een moderne inhoud kan worden gegeven, waarbij alle onduidelijkheden, die er bij de klassieken met betrekking tot deze problemen nog bestaan, uit de wereld zijn geholpen. R. L. Meek heeft erop gewezen, dat ook de waardeleer van Marx door de denkbeelden van Sraffa kan worden verhelderd.[5] Zoals bekend, speelt bij Marx de transformatie van waarden in prijzen een grote rol (althans in deel III van zijn werk 'Das Kapital'). Het onderscheid tussen waarde en prijs houdt verband met de betekenis, die Marx toekent aan de dialectiek als metho-

[2] M. Dobb, 'The Sraffa System and Critique of the Neo-Classical Theory of Distribution'; D. M. Nuti, '"Vulgar Economy" in the Theory of Income Distribution', *De Economist*, juli/augustus 1970.

[3] M. Blaug, *Economic Theory in Retrospect*, Homewood (Ill.) 1962, blz. 225.

[4] P. Sraffa, *Production of Commodities by Means of Commodities*, Cambridge (Eng.) 1960.

[5] R. L. Meek, 'Mr. Sraffa's Rehabilitation of Classical Economics', *Scottish Journal of Political Economy*, februari 1961; zie ook: C. Napoleoni, *Grundzüge der modernen ökonomischen Theorien*, Frankfort 1968, hfdst. XII. Een vergelijking van de waardeleer van Ricardo en Sraffa met die van Walras is te vinden in E. J. Nell, 'Theories of Growth and Theories of Value', *Economic Development and Cultural Change*, october 1967.

de van wetenschapsbeoefening.[6] Bij een positivistische interptretaie van Marx rijst daarom onmiddellijk de vraag: wat is de waarde van iets als hieronder niet de prijs wordt verstaan? Meek lost deze moeilijkheid op door de waardeleer van Marx, naar het lijkt, in positivistische zin te interpreteren, waarna de verwantschap met Sraffa (en Ricardo) gemakkelijk kan worden aangetoond.

In het onderhavige artikel zal aan de rehabilitatie van het klassieke denkpatroon als zodanig verder geen aandacht worden geschonken. De inhoud van de materie lijkt belangrijker dan de bron, waaruit het denken ontspruit. Vooral nu men dank zij het werk van Sraffa voor de prijstheorie niet zelf tot de bron behoeft terug te keren. De nadruk zal daarom in dit artikel liggen op de technische kwesties, die in de publicaties van Dobb en Nuti werden aangesneden, maar gelet op het oorspronkelijke doel ervan niet konden worden uitgewerkt. Meer dan een aanvulling op of technische appendix bij de bovengenoemde artikelen mag men in deze studie dan ook niet zien.

Nadat in paragraaf 2 in het kort is ingegaan op de neoklassieke theorie van de inkomensverdeling volgt in dezelfde paragraaf een beschouwing over de meting van de produktiefactor kapitaal. De kritiek van Mrs. J. Robinson op de neoklassieke theorie en het antwoord hierop van D. G. Champernowne staan hierbij centraal.

Paragraaf 3 is gewijd aan de zgn. surrogaat-produktiefunctie van P. A. Samuelson, welke in het bovengenoemde debat een belangrijke rol heeft gespeeld. Bewezen zal worden, dat deze constructie op zeer restrictieve veronderstellingen berust.

Vervolgens wordt in paragraaf 4 duidelijk gemaakt, dat er bij heterogeniteit van het kapitaal (waarvan ook bovengenoemde schrijvers uitgaan) geen negatief verband tussen de interestvoet en de kapitaalintensiteit bestaat. Daarmee wordt dan één van de belangrijkste pijlers, waarop de neoklassieke theorie steunt, onder deze theorie vandaan gehaald. Aan het einde van deze paragraaf wordt overigens met behulp van een door M. Morishima afgeleid theorema nog eens geïllustreerd hoe cruciaal de veronderstelling van de homogeniteit van het kapitaal voor het neoklassieke denken is.

Als raamwerk van de analyse in de paragrafen 2 t/m 4 fungeert een model met twee sectoren en gespecialiseerde kapitaalgoederen.

[6] Deze filosofische kwestie kan niet zo simplistisch behandeld worden als M. Blaug dit in het bovenstaande citaat doet. Voor een bespreking van de betekenis van de dialectiek in het denken van Marx kan worden verwezen naar J. van Santen, *De Marxistische accumulatietheorie*, Leiden 1968.

Daarbij zal in overeenstemming met het neoklassieke stramien het aan kapitaal toevloeiende inkomen met de term interest worden aangeduid. In het systeem van Sraffa (of de klassieken) denkend, zou daarentegen de uitdrukking winst beter op haar plaats zijn.

Het zal na het bovenstaande duidelijk zijn, dat de conclusies van dit betoog wel ongewoon klinken maar niet origineel zijn. Desondanks zullen de afgeleide resultaten in paragraaf 5 in een wijder perspectief worden geplaatst. De hoop bestaat, dat daarmede de importantie van de onderhavige problematiek duidelijker wordt gemaakt.

2. DE PRODUKTIEFUNCTIE EN DE METING VAN DE FACTOR KAPITAAL

De neoklassieke produktiefunctie geeft het verband weer tussen de hoeveelheid van een finaal goed enerzijds en de bij de voortbrenging betrokken produktiefaktoren arbeid, kapitaal en eventueel grond anderzijds. Gemakshalve zal in dit betoog van de factor grond worden geabstraheerd. Gewoonlijk wordt van een continue functie uitgegaan, maar dit is minder essentieel. Ook met een beperkt aantal technieken kan men tot soortgelijke resultaten komen, al moet de produktierelatie dan per interval van twee technieken door een afzonderlijke formule worden weergegeven.

In symbolen kan de continue produktiefunctie als volgt worden geschreven:

$$x = f(l, k); \quad f'_l > 0,\ f''_l < 0, \qquad f'_k > 0,\ f''_k < 0 \tag{2.1}$$

waarbij de afgeleiden van de functie met accenten zijn aangeduid, en x als netto produktie wordt opgevat. Veronderstelt men tevens constante meeropbrengsten bij schaalvergroting dan mag in plaats van (2.1) ook worden gesteld:

$$x = l.g\left(\frac{k}{l}\right) \tag{2.2}$$

Deze functie heeft in de economische theorie een dubbele betekenis. In de eerste plaats wordt met behulp van deze relatie geïllustreerd hoe een bepaald produktieresultaat door samenwerking van gegeven hoeveelheden van de produktiefactoren wordt bewerkstelligd. De toerekening geschiedt daarbij op marginalistische grondslag. Immers volgens het bekende theorema van Euler mag onder de gemaakte veronderstellingen worden gesteld:

$$x = f'_l l + f'_k k \tag{2.3}$$

In de tweede plaats fungeert vergelijking (2.1) als een centrale relatie in de theorie van de inkomensverdeling. De uit deze vergelijking af te leiden relaties tussen de marginale produkten en de aangewende factorhoeveelheden zijn namelijk bij volledige mededinging gelijk aan de vraagvergelijkingen met betrekking tot deze factoren. De beloningen van de factoren volgen uit de wetten van vraag en aanbod, waarbij in ieder geval geldt:

$$w = f_l' \quad \text{en} \quad r = f_k' \tag{2.4}$$

De letter w staat hierbij voor het reële loon, terwijl r de interestvoet aanduidt. Uit de relaties (2.4) en (2.3) volgt dat het gehele produkt wordt opgedeeld tussen loontrekkers en kapitaaleigenaren (dit is het zgn. 'adding up' theorema). De grensproduktiviteitstheorie behoeft dus op dit punt niet tot moeilijkheden te leiden, zoals enkele opponenten aanvankelijk meenden.[7]

De aandachtige lezer zal hebben geconstateerd, dat in de relaties (2.4) een bepaalde asymmetrie is verwerkt. Het reële loon wordt gemeten in termen van het eindprodukt, maar de interestvoet is per definitie een onbenoemd getal. (Uiteraard moet bij stroomgrootheden rekening worden gehouden met de tijdseenheid, maar daar hoeft hier verder geen nadruk op te worden gelegd.) Een en ander impliceert, dat de arbeid in specifieke eenheden (bijv. manjaren) is uitgedrukt, terwijl het kapitaal in termen van het eindprodukt wordt gemeten. Geeft men aan het kapitaal een onafhankelijke maateenheid (bijv. 'machines'), dan moet in plaats van $r = f_k'$ worden geschreven: $rp = f_k'$, waarbij p de prijs van machines uitgedrukt in eenheden eindprodukt symboliseert. Het eindprodukt x fungeert dus als *numéraire*. Echter, er is in dit macro-economisch (geaggregeerde) model geen verschil tussen de produktie van consumptiegoederen en investeringsgoederen, zodat geldt: $p = 1$. De schrijfwijze (2.4) kan dus zonder bezwaar worden gehandhaafd.

De produktiefunctie is in deze vorm voor het eerst door F. P. Ramsey gehanteerd.[8] Impliciet is de relatie evenwel al aanwezig in het werk van J. B. Clark, hetgeen voor P. A. Samuelson aanleiding was om de conclusies, die met behulp van de functie zijn af te leiden,

[7] Zie bijv. M. Dobb, *Political Economy and Capitalism*, Londen 1937, hfdst. V.

[8] F. P. Ramsey, 'A Mathematical Theory of Saving', *Economic Journal*, december 1928. Herdrukt in *Readings in Welfare Economics*, Londen 1969, onder redactie van K. J. Arrow en T. Scitovsky.

samen te vatten onder de benaming parabels van Clark en Ramsey.[9] Nu zijn parabels voor rationalistisch ingestelde geesten moeilijk te verteren. Het is dan ook niet verwonderlijk, dat de conceptie van de produktiefunctie aan de nodige kritiek is onderworpen. Onder aanvoering van J. Robinson werd daarbij in eerste instantie de aandacht geconcentreerd op de problematiek rond de meting van kapitaal.[10]

In de visie van Mrs. Robinson wijken kapitaalgoederen, zoals allerlei machines, installaties en gebouwen, niet alleen in physiek opzicht af van consumptiegoederen, maar zijn zij ook onderling verschillend. Anders gezegd: kapitaal is niet homogeen, maar heterogeen. Elk physiek kapitaalgoed moet op een bepaalde specifieke wijze worden voortgebracht en heeft na voltooiing een eveneens specifieke aanwending. Deze zienswijze kan op eenvoudige doch doeltreffende wijze worden geïllustreerd aan de hand van een model met twee sectoren.[11] In dit model wordt het eindprodukt x met behulp van arbeid en een bepaald type kapitaalgoed (k_i) volgens gegeven technische coëfficiënten voortgebracht. Het physieke kapitaalgoed is met behulp van arbeid en het goed zelf in het verleden geproduceerd. Daarbij wordt eveneens van constante technische coefficiënten uitgegaan. De kapitaalgoederen zijn niet aan slijtage onderhevig en er is geen groei in het systeem. Dit houdt in, dat het netto produkt geheel uit consumptiegoederen (x) bestaat. Deze veronderstellingen lijken tamelijk restrictief, maar zijn dit – gelet op de probleemstelling – niet. De besproken produktiefunctie is immers een macro-economische conceptie. Als in een meer realistisch model met uitbreidingsinvesteringen wordt gewerkt, rijzen er in verband met de samenstelling van de 'output' problemen, die bij het conci-

[9] P. A. Samuelson, 'Parable and Realism in Capital Theory: the Surrogate Production Function', *Review of Economic Studies*, juni 1962.

[10] J. Robinson, 'The Production Function and the Theory of Capital', *Review of Economic Studies*, 1953–54, en van dezelfde auteur: *The Accumulation of Capital*, Londen 1956, alsmede *Essays in the Theory of Economic Growth*, Londen 1963.

[11] Het hier gehanteerde model wijkt in een bepaald opzicht af van dat van Mrs. Robinson. Er wordt namelijk geen rekening gehouden met een 'gestation lag' bij de voortbrenging van kapitaalgoederen,terwijl in het model van Robinson de produktie van een 'machine' de aanwending van een bepaalde hoeveelheid arbeid in het verleden veronder stelt. Anderzijds wordt in het model van Robinson aangenomen, dat 'machines' uitsluitend met arbeid worden voortgebracht. In het model van het onderhavige artikel zijn bij de produktie van kapitaalgoederen ook kapitaalgoederen van dezelfde soort benodigd. Het verschil tussen beide benaderingswijzen is van ondergeschikte betekenis. Een produktieproces met een tijdsverloop tussen 'inputs' en 'outputs' kan als onmiddellijke produktie met heterogeen kapitaal worden opgevat door de introductie van fictieve, intermediaire produkten voor de verschillende tijdsfasen. Cf. M. Morishima, 'Refutation of the Nonswitching Theorem', *Quarterly Journal of Economics*, november 1966.

piëren van deze functie niet zijn beoogd.[12] Daarentegen kan met vervangingsinvesteringen door middel van een vast slijtagepercentage gemakkelijk rekening worden gehouden.[13] Om de te ontwikkelen formules zo eenvoudig mogelijk te houden, wordt hier echter van afgezien.

Worden de arbeidscoëfficiënten met behulp van de Griekse letter α en de kapitaalcoëfficiënten met behulp van de Griekse letter κ aangeduid, dan kan de produktiestruktuur door middel van de volgende matrices worden weergegeven:

$$\begin{bmatrix} \alpha_{xi} & \kappa_{xi} \\ \alpha_{ki} & \kappa_{ki} \end{bmatrix} \quad i = 1,2\ldots$$

Elke matrix van coëfficiënten heeft betrekking op een bepaalde techniek. Het aantal technieken is in beginsel niet aan een grens gebonden, maar ter wille van de eenvoud zal met een beperkt aantal technieken worden gewerkt. Aangezien de volume-eenheden van de physieke kapitaalgoederen willekeurig kunnen worden gekozen kan men voor elke techniek α_k ofwel κ_x gelijk stellen aan één. Ter verdere vereenvoudiging wordt daarom aangenomen $\kappa_x = 1$. Een 'machine' is dus gedefinieerd als een eenheid, waarmee in combinatie met een bepaalde hoeveelheid arbeid een zeker kwantum goederen van soort x kan worden geproduceerd.

Kapitaalgoederen met verschillende physieke kenmerken kunnen niet worden opgeteld. De stand van de techniek kan daarom niet met behulp van een functie als (2.1) worden weergegeven. Wel kan men de waarde van de kapitaalgoederen berekenen en uiteraard vergelijken. Bij volledige mededinging geldt in de evenwichtssituatie:

$$p_i = \alpha_{ki} w + \kappa_{ki} r p_i \quad i = 1,2\ldots,$$

oftewel:

$$p_i = \frac{\alpha_{ki}\, w}{1 - \kappa_{ki} r} \tag{2.5}$$

[12] Indien netto accumulatie plaatsvindt, dient voor het nationaal produkt te worden geschreven: $y = x + \Delta k_i p_i$. Bij wijzigingen in de interestvoet verandert ook p. Het nationaal produkt geeft derhalve ingeval van accumulatie niet enkel de reële produktie bij verschillende technieken weer, maar weerspiegelt ook de samenstelling van de 'output'. Dit is in strijd met de bedoeling, die men gewoonlijk met de macro-economische produktiefunctie heeft.

[13] De vervangingsinvesteringen zijn in dat geval in elke produktieperiode gelijk aan $\delta_i k_i$ $(i = 1, 2, \ldots)$. In de desbetreffende kostprijsformules dient dan met een afschrijvingspercentage van $100 \times \delta_i\%$ rekening te worden gehouden.

Tevens geldt met betrekking tot de produktie van consumptiegoederen x (rekening houdend met $\kappa_x = 1$):

$$1 = \alpha_{xi}w + rp_i \quad i = 1,2\ldots,$$

oftewel:

$$p_i = \frac{1 - \alpha_{xi}w}{r} \tag{2.6}$$

De prijs van de goederen x is één, omdat alle overige waardegrootheden in x (*de numéraire*) zijn uitgedrukt. Combineert men (2.5) met (2.6), dan resulteert (indien de index i, die betrekking op de techniek heeft, wordt weggelaten):

$$p = \frac{\alpha_k w}{1 - \kappa_k r} = \frac{1 - \alpha_x w}{r} \tag{2.7}$$

Deze relatie brengt tot uitdrukking, dat de kostprijs van een 'machine' in de evenwichtssituatie overeenstemt met de opbrengstprijs.

In haar kritiek op de neoklassieke theorie wees Mrs. Robinson erop, dat men niet de kapitaalwaarde als variabele in de produktiefunctie mag opnemen, om dan vervolgens door het differentiëren van deze functie de inkomensverdeling te bepalen. De waarde van kapitaalgoederen kan, zoals uit bovenstaande formules blijkt, pas worden bepaald als de inkomensverdeling bekend is. Daarmee komt de produktiefunctie als zodanig buiten spel te staan. De schade valt echter mee, want: 'given the hierarchy of techniques, the higher is the wage rate the more mechanised is the technique which is chosen'.[14] Een meer gemechaniseerde techniek wordt daarbij gezien als een produktiewijze met een relatief kleinere α_x. De classificatie van technieken is echter, zoals later nog zal blijken, niet onproblematisch.

D. G. Champernowne was één van de eersten, die de produktiefunctie in ere wilde herstellen.[15] Hij betwistte niet de logica van de hierboven weergegeven argumentatie, maar – zoals G. C. Harcourt het zo fraai uitdrukt – 'He felt it offended against the Gertrude Stein

[14] J. Robinson, art. cit., blz. 92.

[15] D. G. Champernowne, 'The Production Function and the Theory of Capital: Comment', *Review of Economic Studies*, 1953–54. Herdrukt in: *Readings in the Modern Theory of Economic Growth* (red: J. E. Stiglitz en H. Uzawa), Cambridge (Mass.) 1969. Champernowne hanteert hetzelfde model als J. Robinson, maar vat in tegenstelling tot laatstgenoemde de tijd als een continue in plaats van als een discrete grootheid op. De exercities van Champernowne worden hier aan de hand van het reeds geintroduceerde model met twee sectoren besproken.

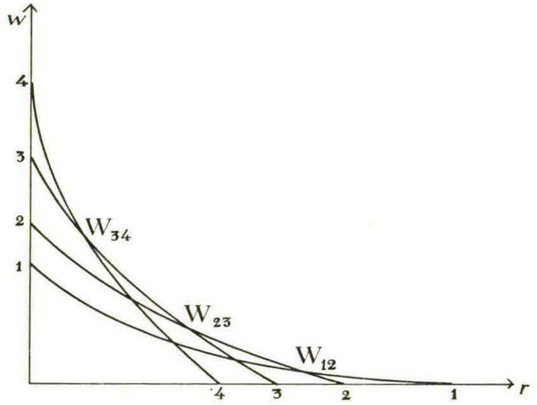
dictum that a spade is a spade is a spade'.[16] De oplossing zag Champernowne in de meting van het kapitaal door middel van een kettingindex. De constructie van deze index verloopt als volgt.

Uit (2.7) kan na enige bewerkingen worden afgeleid:

$$w = \frac{1 - \kappa_k r}{\alpha_x + (\alpha_k - \alpha_x \kappa_k) r}; \qquad r = 0 \rightarrow w_{max} = \frac{1}{\alpha_x}$$

$$w = 0 \rightarrow r_{max} = \frac{1}{\kappa_k} \qquad (2.8)$$

Voor elke techniek kan een dergelijk verband tussen het reële loon en de interestvoet worden afgeleid. In figuur 1 zijn voor een viertal technieken de loon-interestcurves getekend onder de veronderstelling: $\alpha_k - \alpha_x \kappa_k > 0$. De curves zijn in dit geval convex ten opzichte van de oorsprong.[17] De technieken zijn met behulp van cijfers langs beide assen in volgorde van relatieve arbeidsintensiteit genummerd;



Figuur 1

[16] G. C. Harcourt, 'Some Cambridge Controversies in the Theory of Capital', *Journal of Economic Literature*, juni 1969, blz. 372.

[17] Uit (2.8) volgt:

$$\frac{dw}{dr} = \frac{-\alpha_k}{\{\alpha_x + (\alpha_k - \alpha_x \kappa_k) r\}^2} < 0 \text{ en } \frac{d^2 w}{dr^2} = \frac{2\alpha_k(\alpha_k - \alpha_x \kappa_k)\{\alpha_x + (\alpha_k - \alpha_x \kappa_k) r\}}{\{\alpha_x + (\alpha_k - \alpha_k \kappa_x) r\}^4}$$

De tweede afgeleide is positief voor $\alpha_k - \alpha_x \kappa_k > 0$, en negatief in het omgekeerde geval. Immers:

$$\alpha_x + (\alpha_k - \alpha_x \kappa_k) r = \frac{1 - \kappa_k r}{w} > 0$$

techniek 1 is de meest arbeidsintensieve, enz. Bij een gegeven r zal onder invloed van de concurrentie tussen ondernemers (op lange termijn) de techniek met de hoogste w worden gekozen. Immers, zou men volgens een techniek met een lagere reële loonvoet produceren, dan zouden de gemiddelde kosten hoger zijn dan in de gegeven situatie met gelijke (nominale) lonen voor iedere producent noodzakelijk is. Relevant is derhalve uitsluitend de omhullende van de loon-interestcurves. Deze omhullende zal hier worden aangeduid met de term loon-interestgrens. Uit de figuur blijkt, dat op deze grens driemaal van techniek wordt gewisseld. De wisselpunten zijn met behulp van de letter W aangegeven.

In elk wisselpunt zijn bij de gegeven loon- en interestvoet de twee desbetreffende technieken even efficiënt. De evenwichtsprijsverhouding van de corresponderende kapitaalgoederen, berekend met behulp van (2.5) of (2.6), kan nu worden opgevat als een relatieve maatstaf voor de bij deze technieken benodigde kapitaal*hoeveelheden*. Een prijsverhouding is immers niets anders dan een ruilverhouding van goederen. In totaal zijn er drie prijsverhoudingen *van dit type* (voor elk wisselpunt één) te berekenen. De resultaten zijn echter niet zonder meer vergelijkbaar, omdat deze op verschillende beloningssituaties betrekking hebben. Dit bezwaar kan echter, zoals Champernowne heeft laten zien, door koppeling van de indices volgens de gebruikelijke methode worden ondervangen.

Met punt W_{12} corresponderen de prijzen p_1 en p_2. Worden kapitaal*hoeveelheden* op de wijze van Champernowne door de letter z weergegeven, dan kan worden gesteld: $z_1 = p_1$ en $z_2 = p_2$. De kapitaalhoeveelheid welke bij techniek 3 behoort, kan vervolgens worden berekend door de prijsverhouding in punt W_{23} te weten $\frac{p_3}{p_2}$ te vermenigvuldigen met $z_2 = p_2$, dus: $z_3 = \frac{p_3}{p_2} \times z_2$. Op analoge wijze geldt: $z_4 = \frac{p_4}{p_3} \times z_3$, waarbij de prijsverhouding $\frac{p_4}{p_3}$ betrekking heeft op wisselpunt W_{34}. Nadat aldus de hoeveelheden bij toepassing van de diverse technieken zijn vastgesteld, is de kapitaalhoeveelheid bij een combinatie van technieken te verkrijgen door lineaire interpolatie.

De functie $x = f(l, z)$ voldoet nu aan de eisen, die in de neoklassieke theorie met betrekking tot de produktiefunctie dienen te worden gesteld. Vanwege het beperkte aantal technieken is het echter geen continue functie, maar geldt:

$$\begin{aligned} x = f(l, z) &= a_{12}l + b_{12}z \text{ voor } \frac{z_1}{\alpha_{x1}} \leq \frac{z}{l} \leq \frac{z_2}{\alpha_{x2}} \\ &= a_{23}l + b_{23}z \text{ voor } \frac{z_2}{\alpha_{x2}} \leq \frac{z}{l} \leq \frac{z_3}{\alpha_{x3}}, \\ &= a_{34}l + b_{34}z \text{ voor } \frac{z_3}{\alpha_{x3}} \leq \frac{z}{l} \leq \frac{z_4}{\alpha_{x4}} \end{aligned} \tag{2.9}$$

waarbij $a_{12} < a_{23} < a_{34}$ en $b_{12} > b_{23} > b_{34}$. Deze coëfficiënten zijn uitdrukkingen in α_{xi} en z_i.[18] De letter l heeft natuurlijk weer betrekking op de benodigde hoeveelheid arbeid bij de produktie van goederen (x).

Hoe ingenieus de constructie van Champernowne ook moge zijn, het probleem van de meting van het kapitaal wordt er in feite niet door opgelost. De calculatie van een hoeveelheidsindex elimineert weliswaar de verschillen in de beloningsvoeten, als men het loon en de interest zo wil noemen, maar men blijft met een willekeurige uitgangssituatie zitten. Dit is uiteraard karakteristiek voor elke bepaling van indexcijfers. In het onderhavige geval betekent dit, dat z niet onafhankelijk is van w en r. De produktiefunctie staat of valt evenwel met de onafhankelijkheid van de maateenheid van kapitaal. Wil men deze functie toch 'redden', dan dient kennelijk een meer indirecte benadering van de problematiek te worden gekozen. De surrogaat-produktiefunctie van Samuelson is hiervan een voorbeeld. In de volgende paragraaf zal hierop uitvoerig worden ingegaan.

3. DE SURROGAAT-PRODUKTIEFUNCTIE

De bedoeling van Samuelson was te laten zien, dat de resultaten van ingewikkelde kapitaalmodellen kunnen worden verkregen door te doen *alsof* deze van een simpele produktiefunctie komen.[19] Anders gezegd: aangetoond diende te worden dat de parabels van Clark en Ramsey wijze en ware lessen inhouden. Samuelson ging hierbij uit van het model met twee sectoren, dat ook in de vorige paragraaf werd gebruikt, maar voegde daar één veronderstelling aan toe. Om

[18] Cf. D. B. J. Schouten, *Exacte economie*, Leiden 1957, Appendix I.

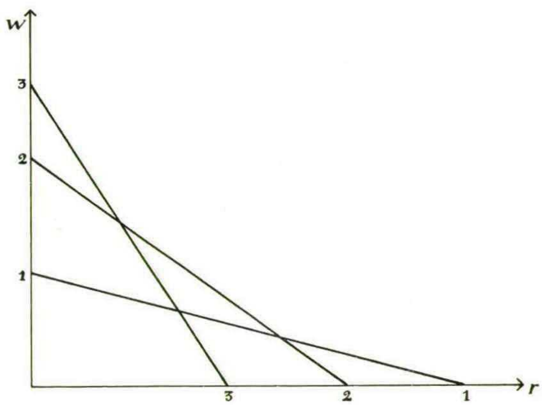
[19] P. A. Samuelson, art. cit. Hoe Samuelson tot deze constructie kwam, is te lezen in J. Robinson, 'Capital Theory up to Date', *Canadian Journal of Economics*, mei 1970.

tot Samuelson's constructie te komen, moet namelijk worden aangenomen, dat de factorverhouding in de x-goederensector gelijk is aan die in de corresponderende k_i-goederensector. (De veronderstellingen, dat de physieke kapitaalgoederen in het verleden geproduceerd zijn en dat zij niet verslijten, zodat de produktie in de lopende periode geheel uit goederen van type x bestaat, worden overigens gehandhaafd.)

Gelijke factorverhoudingen betekent: $\frac{\alpha_{xi}}{\kappa_{xi}} = \frac{\alpha_{ki}}{\kappa_{ki}}$ (waarbij $\kappa_{xi} = 1$). Formule (2.8) gaat dan over in:

$$w = \frac{1 - \kappa_k r}{\alpha_x} \tag{3.1}$$

De loon-interestcurves worden derhalve rechte lijnen. In figuur 2 zijn voor drie technieken de desbetreffende lijnen geconstrueerd. Als het aantal technieken toeneemt tot oneindig wordt elk punt van de



Figuur 2

loon-interestgrens een wisselpunt en gaat deze grens over in een continue convexe curve. Voor elk punt op deze curve geldt dan overeenkomstig (3.1):

$$\frac{dw}{dr} = -\frac{\kappa_k}{\alpha_x} = -\frac{\alpha_k/\alpha_x}{\alpha_x} \tag{3.2}$$

(Bij een beperkt aantal technieken geldt (3.2) uiteraard niet in de wisselpunten). Substitutie van (2.5) in (2.6) en aansluitende deling van laatstgenoemde op eerstgenoemde relatie geeft:

$$p = \frac{\alpha_k}{\alpha_x + (\alpha_k - \alpha_x \kappa_k) r},$$

welke formule bij gelijke factorverhoudingen vervangen kan worden door:

$$p = \frac{\alpha_k}{\alpha_x} \tag{3.3}$$

Uit (3.2) en (3.3) tezamen kan vervolgens worden afgeleid:

$$-\frac{dw}{dr} = \frac{p}{\alpha_x} = \frac{xp}{l} = \bar{k} \tag{3.4}$$

In deze formule staat $\bar{k}$ voor de waarde van de kapitaalgoederenvoorraad per eenheid arbeid, welke grootheid kortheidshalve kan worden aangeduid met de term kapitaalintensiteit. Daarbij dient bedacht te worden, dat p per definitie gelijk is aan de waarde van een 'machine', waarmee één eenheid eindprodukt wordt voortgebracht.

Een analoog resultaat is te verkrijgen met behulp van een neoklassieke produktiefunctie met een abstracte substantie als surrogaat-kapitaal of 'jelly', welke dan als volgt kan worden geschreven:

$$x = f(l, j) = l \cdot g\left(\frac{j}{l}\right) \tag{3.5}$$

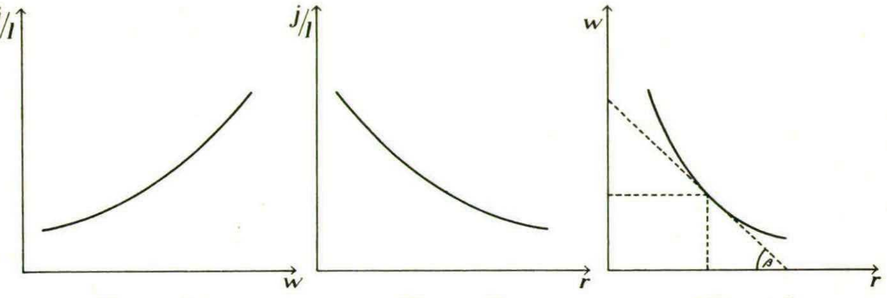
Overeenkomstig de grensproduktiviteitstheorie geldt dan verder:

$$w = \frac{\partial x}{\partial l} = g - \frac{j}{l} g' \quad \text{en} \quad r = \frac{\partial x}{\partial j} = g' \tag{3.6}$$

De relaties (3.6) zijn gevisualiseerd met behulp van de figuren 3a en 3b. Voegt men deze beide figuren samen dan ontstaat, zoals in figuur 3c wordt geïllustreerd, de loon-interestgrens van de surrogaat-functie (3.5). De eerste afgeleide van deze loon-interestgrens kan vervolgens met behulp van de vergelijkingen (3.6) gemakkelijk worden berekend:

$$\frac{dw}{dr} = \frac{dw/d(j/l)}{dr/d(j/l)} = \frac{g' - g' - j/l \cdot g''}{g''} = -\frac{j}{l} \tag{3.7}$$

Uit de confrontatie van (3.7) met (3.4) blijkt, dat de parabels van



Figuur 3a Figuur 3b Figuur 3c

Clark en Ramsey een correcte benadering van het model met heterogeen kapitaal geven. De heterogeniteit van kapitaal schept derhalve in de visie van Samuelson geen onoverkomelijke problemen. Door een adequate produktiefunctie te kiezen kan men de benadering zo goed maken als men wil. Parabel en realiteit dekken elkaar. De neoklassieke theorie staat daarmee ogenschijnlijk sterk.

In paragraaf 2 bleek evenwel, dat de *vorm* van de loon-interest-curves afhangt van de determinant van de matrix van technische coëfficiënten. Al naargelang van de relatieve arbeidsintensiteit van de sectoren zijn er drie mogelijkheden. Stel $d = \alpha_x \kappa_k - \alpha_k \kappa_x$, dan is het verband tussen w en r convex voor $d < 0$ (zie figuur 1) en concaaf voor $d > 0$ (zie figuur 5a), terwijl in het geval $d = 0$ een rechte mag worden geconstrueerd (zie figuur 2).[20] De surrogaat-produktiefunctie is algemeen geldig, indien voor al deze gevallen formule (3.4) van toepassing zou zijn. De constructie is immers gebaseerd op de analogie van (3.4) met (3.7). Aangetoond dient dus te worden, dat de eerste afgeleide van de loon-interestrelatie ook bij kromlijnigheid gelijk is aan de waarde van de kapitaalgoederenvoorraad per eenheid arbeid. Nagegaan zal met name worden of bij een convexe curve ($d < 0$) aan deze voorwaarde wordt voldaan.

Symboliseert men het nationaal inkomen per eenheid arbeid met $\bar{y}$, dan geldt per definitie:

$$\bar{y} = \bar{k}r + w \tag{3.8}$$

Het nationaal inkomen is immers gelijk aan de som van de afzonderlijke inkomens. Uit (3.8) volgt onmiddellijk:

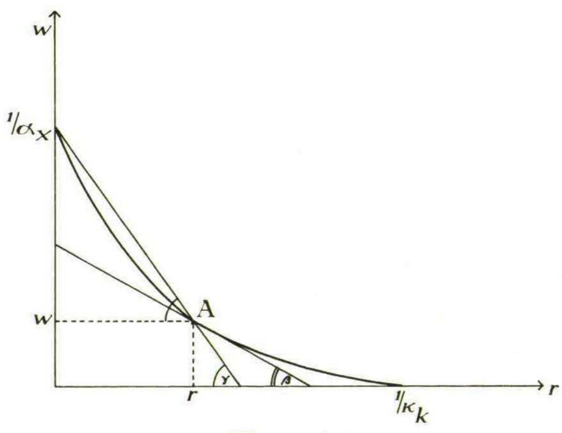
$$\bar{k} = \frac{\bar{y} - w}{r} \tag{3.9}$$

[20] Zie de formules in noot 17.

In herinnering zij gebracht, dat de (netto) produktie geheel uit consumptiegoederen (x) bestaat. Er is verondersteld, dat geen netto accumulatie plaatsvindt. (Aangezien de kapitaalgoederen niet verslijten, is er ook geen bruto accumulatie. Dit is echter voor het onderhavige betoog irrelevant). P. Garegnani heeft erop gewezen, dat in dit geval het nationaal inkomen per hoofd van de beroepsbevolking ongeacht de verdeling gelijk is aan het maximale loon.[21] Dit kan als volgt worden beredeneerd. Gegeven de veronderstelling van constante technische coëfficiënten is de produktie van x per hoofd eveneens constant. Als de kapitaaleigenaren geen inkomen ontvangen ($r = 0$) is het loon gelijk aan x/l, zodat de produktie per hoofd gelijk moet zijn aan het maximaal haalbare loon $w_{max} = \frac{1}{\alpha_x}$ [zie formule (2.8)]. In plaats van (3.9) kan derhalve worden geschreven:

$$\bar{k} = \frac{1/\alpha_x - w}{r} \tag{3.10}$$

Met behulp van formule (3.10) kan de waarde van de kapitaalgoederenhoeveelheid per hoofd van de beroepsbevolking voor elk punt van de loon-interestcurve worden bepaald. In figuur 4 is dit voor punt A geïllustreerd onder de veronderstelling overigens, dat A op de omhullende (loon-interestgrens) ligt.



Figuur 4

[21] P. Garegnani, 'Heterogeneous Capital, the Production Function and the Theory of Distribution', *Review of Economic Studies*, juli 1970. Zoals uit een voetnoot blijkt, was het eerste deel van dit belangrijke artikel reeds in 1963 voltooid. De definitieve versie kwam in 1968 in het bezit van de redactie van bovengenoemd tijdschrift.

$$d < 0$$

$$tg\beta = -\frac{dw}{dr}$$

$$tg\gamma = \bar{k}$$

Door de punten $w = 1/\alpha_x$ en A is een rechte lijn getrokken. De tangens van de hellingshoek van deze lijn ($tg\,\gamma$) is overeenkomstig formule (3.10) gelijk aan de waarde van de kapitaalgoederenvoorraad per hoofd. Tevens is in punt A de raaklijn aan de curve getrokken. De tangens van de hellingshoek van deze lijn ($tg\,\beta$) is gelijk aan de positief gedefinieerde eerste afgeleide van de loon-interestfunctie. Uit de figuur blijkt duidelijk, dat de beide hellingshoeken β en γ van elkaar verschillen. Derhalve geldt: $\bar{k} \neq -\dfrac{dw}{dr}$. De methode van Garegnani kan op dezelfde manier worden toegepast, indien wordt verondersteld: $d > 0$.

De surrogaat-produktiefunctie van Samuelson geldt dus slechts in het speciale geval $d = 0$. Hoe speciaal dit geval is, blijkt bij een nadere beschouwing van formule (3.3). De veronderstelling van gelijke factorverhoudingen impliceert namelijk een *simpele* arbeidswaardeleer. A. Bhaduri geeft hierbij het volgende veelzeggende commentaar: 'The assumption which Professor Samuelson makes to produce a straight-line frontier is the *uniform* "capital-labour ratio" in all lines of production. In Marx's terminology this is equivalent to the assumption of *uniform* "organic composition of capital" in all lines of production – exactly the assumption which Marx himself made in the first two volumes of his "Capital" to avoid the famous "Transformation Problem" that appears only in the third volume. Professor Samuelson rediscovered the importance of this assumption about a hundred years later!'[22]

Met de surrogaat-produktiefunctie moet volgens Bhaduri ook de grensproduktiviteitstheorie verworpen worden. Differentieert men namelijk (3.8) dan resulteert:

$$d\bar{y} = rd\bar{k} + \bar{k}dr + dw \tag{3.11}$$

[22] A. Bhaduri, 'On the Significance of Recent Controversies on Capital Theory: a Marxian View, *Economic Journal*, september 1969.

Derhalve geldt alleen $d\bar{y}/d\bar{k} = r$, als voldaan wordt aan: $\bar{k}dr + dw = 0$, oftewel:

$$\bar{k} = -\frac{dw}{dr}.$$

De expliciete weerlegging van Samuelson's constructie is van betrekkelijk recente datum. Al eerder werd echter in de literatuur strijd geleverd over de betekenis van de mogelijkheid, dat een techniek die bij een lage r efficiënt is ook bij een hoge r weer in aanmerking komt, maar bij tussenliggende waarden van de interestvoet door een andere techniek gedomineerd wordt (het zgn. 'reswitching debate'). In de volgende paragraaf zal onder meer op deze kwestie nader worden ingegaan. Aan de hand van het in paragraaf 2 geïntroduceerde model met twee sectoren zal namelijk worden onderzocht wat er van de belangrijke neoklassieke parabel, dat de kapitaalintensiteit negatief met de interestvoet correleert (zie figuur 3b), te zeggen valt.

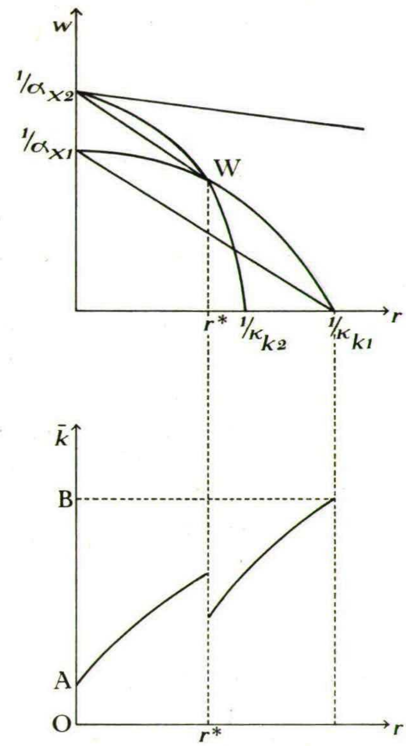
4. KAPITAALINTENSITEIT EN INTERESTVOET

In de neoklassieke gedachtegang correspondeert met een hogere r een lagere verhouding tussen kapitaal en arbeid vanwege de overschakeling op een relatief meer arbeidsintensieve produktiewijze.[23] Wil men dit verband ter discussie stellen dan zullen derhalve meerdere technieken moeten worden onderscheiden. Eenvoudshalve zal in deze paragraaf echter met slechts twee technieken worden gewerkt.[24]

Eerst kan nu worden aangetoond, dat zelfs als de mogelijkheid van 'terugkeer' van technieken, waarop in het resterende deel van deze paragraaf zal worden ingegaan, buiten beschouwing wordt gelaten, eenzelfde kapitaalintensiteit kan corresponderen met verschillende waarden voor r. In figuur 5a zijn op basis van formule (2.8) een tweetal loon-interestcurves getekend. Daarbij is aangenomen $d_i > 0$ $(i = 1,2)$. Zoals uit de figuur blijkt, is techniek 2 de meest efficiënte

[23] Bij heterogeniteit van het kapitaal worden steeds evenwichtssituaties op lange termijn vergeleken. Het is derhalve strikt genomen niet juist om over veranderingen van r en k te spreken. In de tekst is hieraan ter wille van de leesbaarheid niet altijd de hand gehouden. Zie voor een discussie over deze problematiek C. J. Bliss, 'Comment on Garegnani', en P. Garegnani, 'A Reply', *Review of Economic Studies*, juli 1970.

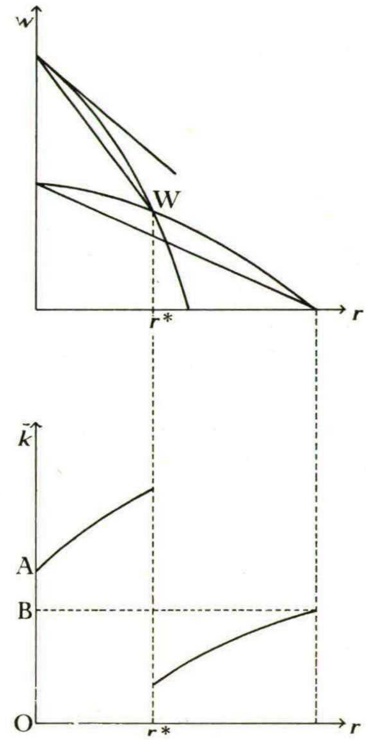
[24] Het gegeneraliseerde model met een oneindig aantal technieken is behandeld in P. Garegnani, art. cit. Deze generalisatie leidt niet tot nieuwe gezichtspunten.



Figuur 5a / Figuur 5b

$\bar{k}_{r=0} < \bar{k}_{r=r_{max}}$, d.w.z.:

OA < OB



Figuur 6a / Figuur 6b

$\bar{k}_{r=0} > \bar{k}_{r=r_{max}}$, d.w.z.:

OA > OB

voor $0 \leq r \leq r^*$, terwijl omgekeerd voor $r^* \leq r \leq \dfrac{1}{\kappa_{k1}}$ techniek 1 zal worden gekozen. Door toepassing van de methode van Garegnani kan men vervolgens de kapitaalintensiteit voor elk punt op de loon-interestgrens berekenen. Het hieruit resulterend verband tussen $\bar{k}$ en r is in de figuur 5b weergegeven. De kapitaalwaarde per hoofd voor $r = 0$ ($\bar{k}_{r=0}$) is gelijk aan de tangens van de hellingshoek van de raaklijn aan de loon-interestcurve van techniek 2 in het punt $w = 1/\alpha_{x2}$. In het wisselpunt W dient men voor *beide* technieken $\bar{k}$ te bepalen. Rechts van het wisselpunt wordt de kapitaalintensiteit gevonden door het trekken van lijnen vanuit het punt $w = 1/\alpha_{x1}$, in plaats vanuit het punt $w = 1/\alpha_{x2}$. Uit figuur 5b kan worden afgelezen, dat door overschakeling op een andere techniek bij een naar verhouding grotere waarde voor r de kapitaal-arbeidverhouding daalt. Immers, bij $r = r^*$ valt $\bar{k}$ als het ware naar beneden. Desondanks is het in het hier geanalyseerde geval mogelijk, dat éénzelfde kapitaalintensiteit overeenstemt met verschillende waarden voor r. De kapitaalintensiteit keert dan na overschakeling op een andere techniek terug, zonder dat er sprake is van een terugkeer van de oorspronkelijke techniek.

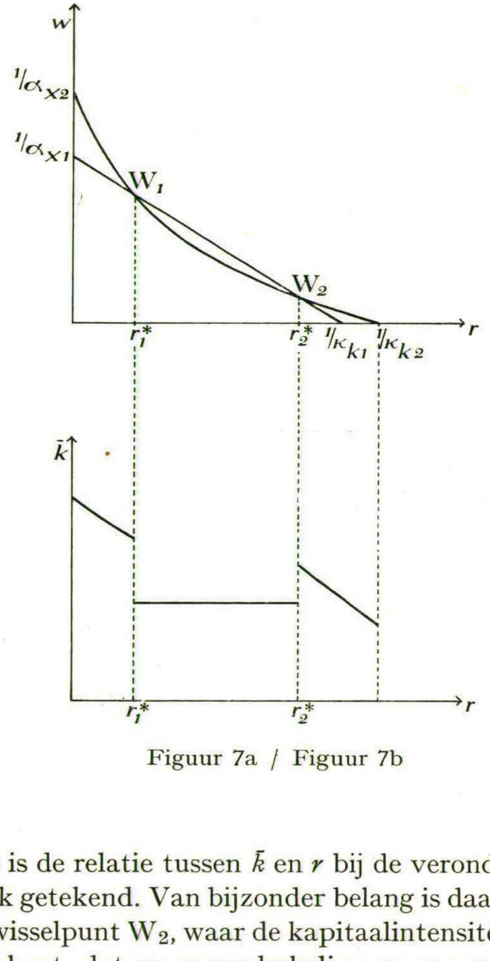
Het hier boven behandelde geval kan men als bijzonder aanmerken. Verondersteld werd $d > 0$ voor techniek 1 als ook voor techniek 2. Strikt genomen is het slechts noodzakelijk, dat één van de determinanten groter dan nul is. Anderzijds, moet nog aan een tweede voorwaarde zijn voldaan voor een terugkeer van de kapitaal-arbeidverhouding. Uit de figuren 6a en 6b blijkt namelijk, dat een terugkeer onmogelijk is, zelfs al zijn de beide determinanten groter dan nul, indien geldt: $\bar{k}_{r=o} > \bar{k}_{r=r_{max}}$. (Aangetekend dient hierbij te worden dat de kapitaalwaarde voor $r = o$ betrekking heeft op techniek 2, terwijl voor $r = r_{max}$ de kapitaalwaarde m.b.t. techniek 1 berekend is.)

In de bovenstaande beschouwing werd verondersteld, dat er slechts één wisselpunt van technieken is. De bij dit wisselpunt behorende interestvoet $r = r^*$ kan worden gevonden door oplossing van de met behulp van (2.8) verkregen vergelijking:

$$(w =)\ \frac{1 - \kappa_{k1}r}{\alpha_{x1} + (\alpha_{k1} - \alpha_{x1}\kappa_{k1})r} = \frac{1 - \kappa_{k2}r}{\alpha_{x2} + (\alpha_{k2} - \alpha_{x2}\kappa_{k2})r} \tag{4.1}$$

Formule (4.1) is een vergelijking van de tweede graad in r. Er zijn dus twee oplossingen voor r. Daarbij is het mogelijk, dat beide oplossingen negatief zijn. Er is dan geen wisselpunt en één van beide technieken is inefficient voor alle waarden van de interestvoet. Het geval, dat één oplossing positief en de andere negatief (of nul) is, werd in het bovenstaande betoog nader bezien. Er is echter nog een derde mogelijkheid, te weten twee positieve oplossingen voor r. Dit impliceert twee wisselpunten, hetgeen bij twee technieken slechts kan betekenen, dat bij voortgaande substitutie een eerder gekozen techniek terugkeert. In figuur 7a is hiervan een voorbeeld gegeven. Naar aanleiding van dit voorbeeld kan worden geconstateerd, dat van een terugkeer van technieken sprake zal zijn, indien geen techniek volledig domineert en tevens geldt:

$$\alpha_{x1} > \alpha_{x2} \text{ en } \kappa_{k1} > \kappa_{k2} \quad \text{òf} \quad \alpha_{x1} < \alpha_{x2} \text{ en } \kappa_{k1} < \kappa_{k2}$$



Figuur 7a / Figuur 7b

In figuur 7b is de relatie tussen $\bar{k}$ en r bij de veronderstelde stand van de techniek getekend. Van bijzonder belang is daarbij de situatie in het tweede wisselpunt W_2, waar de kapitaalintensiteit als het ware stijgt. Dit betekent, dat na overschakeling op een andere techniek tengevolge van een grotere r de kapitaal-arbeidverhouding eveneens groter zal zijn. Bij een terugkeer van technieken komt dus ook altijd de kapitaalintensiteit weer terug.

Het in figuur 7b weergegeven geval is veel minder uitzonderlijk dan de in figuur 5b geschetste mogelijkheid. Toch heeft men in de literatuur de terugkeer van technieken gedurende lange tijd als een curiosum of abnormaliteit beschouwd. Tradities hebben nu eenmaal een taai leven. Het 'reswitching debate' in de *Quarterly Journal of Economics* van 1966 naar aanleiding van D. Levhari's foutieve stelling, dat terugkeer van technieken wel voor een sector maar niet voor de hele economie mogelijk zou zijn, heeft hieraan evenwel definitief een einde gemaakt.[25] Ook Samuelson heeft naar aanleiding van deze discussie de geldigheid van de kritiek erkend zonder daar overigens de voor de hand liggende conclusies aan te verbinden. Dit neemt niet weg, dat de consequenties van de kritiek verder reiken dan de existentie van de macro-economische produktiefunctie. In het geding is namelijk de neoklassieke theorie van de inkomensverdeling, die, zoals Garegnani heeft benadrukt, zonder een 'normaal' verband tussen $\bar{k}$ en r op losse schroeven komt te staan.[26]

Uit de bespreking van de surrogaat-produktiefunctie in paragraaf 3 blijkt, dat men om tot een macro-economische produktiefunctie te kunnen komen gelijke factorverhoudingen in beide sectoren moet veronderstellen. De neoklassieke theorie van de inkomensverdeling functioneert echter even goed, indien men afzonderlijke produktiefuncties voor beide sectoren postuleert.[27] Dit kan alleen, indien men alle kapitaalgoederen als homogeen aanmerkt. Homogeniteit of heterogeniteit van kapitaal, dat is de kern van de zaak! Door te veronderstellen, dat kapitaalgoederen zonder kosten of tijdsbeslag van de ene physieke vorm in de andere te transformeren zijn, kan men de mogelijkheid van terugkeer van technieken, zoals o.a. door M. Morishima is aangetoond, elimineren.[28]

Het lijkt dienstig deze paragraaf met een bewijs van dit belangrijke theorema af te sluiten. Verondersteld wordt: $\alpha_{x1} > \alpha_{x2}$ en $\kappa_{k1} > \kappa_{k2}$, zodat aan de belangrijkste conditie voor terugkeer van technieken is voldaan. Bij homogeniteit van de kapitaalgoederen zijn vier combinaties van technische coëfficiënten mogelijk, te weten:

$$\begin{bmatrix}\alpha_{x1} & \kappa_{x1}\\ \alpha_{k1} & \kappa_{k1}\end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix}\alpha_{x1} & \kappa_{x1}\\ \alpha_{k2} & \kappa_{k2}\end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix}\alpha_{x2} & \kappa_{x2}\\ \alpha_{k1} & \kappa_{k1}\end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix}\alpha_{x2} & \kappa_{x2}\\ \alpha_{k2} & \kappa_{k2}\end{bmatrix}$$

Indien de twee eerste combinaties worden toegepast, wordt goed x volgens techniek 1 voortgebracht, maar bestaat er t.a.v. de produktie van het kapitaalgoed een keuze uit twee technieken. De interestvoet, waarbij van de ene op de andere techniek wordt overgeschakeld

[25] 'Paradoxes in Capital Theory: a Symposium', *Quarterly Journal of Economics*, november 1966 met bijdragen van L. L. Pasinetti, D. Levhari, P. A. Samuelson, M. Morishima, M. Bruno, E. Burmeister, E. Sheshinski en P. Garegnani.

[26] P. Garegnani, art. cit., inzonderheid par. V.

[27] Zie voor een eenvoudig voorbeeld Th. van de Klundert, *Grondslagen van de economische analyse*, Amsterdam 1968, Appendix 4.

[28] M. Morishima, art. cit. Zie ook M. Bruno, E. Burmeister en E. Sheshinski, 'Nature and Implications of the Reswitching of Techniques', *Quarterly Journal of Economics*, november 1966.

kan worden berekend uit:

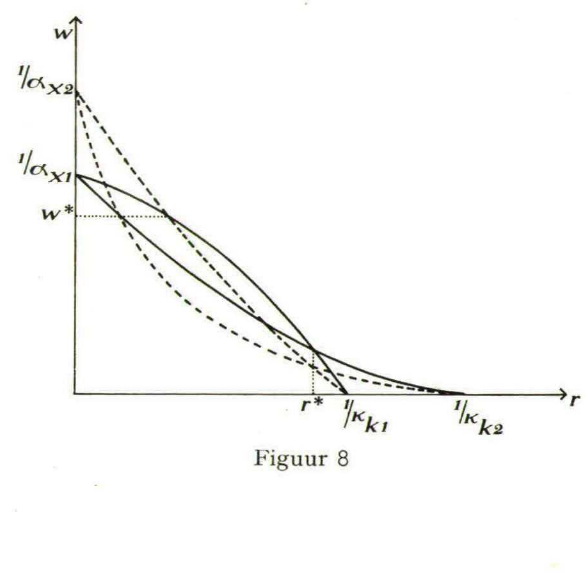
$$\frac{1-\kappa_{k1}r}{\alpha_{x1}+(\alpha_{k1}\kappa_{x1}-\alpha_{x1}\kappa_{k1})r}=\frac{1-\kappa_{k2}r}{\alpha_{x1}+(\alpha_{k2}\kappa_{x1}-\alpha_{x1}\kappa_{k2})r} \tag{4.2}$$

Evenals (4.1) is ook (4.2) een vierkantsvergelijking, maar één van de wortels is gelijk aan nul. De andere oplossing luidt:

$$r^*=\frac{\alpha_{k2}-\alpha_{k1}}{\alpha_{k2}\kappa_{k1}-\alpha_{k1}\kappa_{k2}} \tag{4.3}$$

Uit (4.3) volgt $r^* > 0$, indien $\alpha_{k1} < \alpha_{k2}$. Verondersteld werd immers: $\kappa_{k1} > \kappa_{k2}$. Geconstateerd kan verder worden, dat de interestvoet, waarbij in de kapitaalgoederensector van techniek wordt gewisseld onafhankelijk is van de condities in de consumptiegoederensector. Anders gezegd: ook de beide andere combinaties van technische coefficiënten leveren voor het wisselpunt in de kapitaalgoederensector eenzelfde waarde voor r op.

In figuur 8 zijn deze resultaten in beeld gebracht. De relaties tussen loon en interest die behoren bij de twee eerste combinaties zijn door middel van getrokken curves, die van de beide andere combinaties door middel van gestippelde curves weergegeven. Uit de figuur blijkt, dat in beide sectoren onafhankelijk van elkaar van de ene techniek op de andere wordt overgeschakeld. Er is voor elke sector slechts één relevant wisselpunt. Technieken keren derhalve bij homogeniteit van de kapitaalgoederen niet terug. De neoklassieke parabels gelden onverkort. In beide sectoren correspondeert met een hogere waarde



Figuur 8

voor r, mits van techniek wordt gewisseld, een kleinere kapitaalintensiteit. Dit is uiteindelijk ook niet verwonderlijk. Bij homogeniteit is de produktiefactor kapitaal in physieke termen te meten. Zonder deze mogelijkheid leidt, zoals J. Robinson op aanwijzing van P. Sraffa reeds lang geleden aantoonde, de neoklassieke theorie daarentegen schipbreuk[29].

5. SLOTBESCHOUWING

De neoklassieke theorie van de inkomensverdeling berust op de veronderstelling, dat arbeid en kapitaal als produktiefactoren op dezelfde manier kunnen worden behandeld. Arbeid en kapitaal figureren in deze theorie als verklarende variabelen in de produktiefunctie. Dit impliceert, dat beide factoren op onafhankelijke wijze moeten worden gemeten. Voor de factor arbeid levert dit geen problemen op. Maar wat te zeggen van de factor kapitaal? Het feit, dat kapitaal een geproduceerde of secundaire produktiefactor is, sluit meting door middel van een onafhankelijke maateenheid niet uit. Anders wordt dit echter, indien men erkent, dat er vele physieke kapitaalgoederen bestaan, die op één noemer moeten worden gebracht om verder te komen.

Nu kan men zich op het standpunt stellen, dat de werkelijkheid altijd meer variaties vertoont dan elke hanteerbare theorie toelaat. Op een dergelijke zienswijze berust het onderscheid van J. B. Clark tussen kapitaal als een permanent fonds van produktieve kracht ('pure' of 'true capital' zoals hij dat noemde) en kapitaal als een verzameling van specifieke produktiemiddelen, die verbruikt en vervangen worden.[30] Wat men van dit onderscheid ook vindt, het lijkt onjuist het eerstgenoemde begrip in de produktiefunctie te verwerken. Technieken of produktiewijzen zijn namelijk in de realiteit niet los te maken van specifieke kapitaalgoederen.

Zoals gezegd, is de visie van J. B. Clark door F. P. Ramsey geformaliseerd. Sindsdien neemt de produktiefunctie in de neoklassieke theorie een belangrijke plaats in, en zijn wat P. A. Samuelson de parabels van Clark en Ramsey heeft genoemd in vele varianten gepresenteerd. De kritiek op deze procedure is na belangrijk voorbereidend werk van J. Robinson en P. Sraffa eerst in de recente jaren goed op gang gekomen. Daarbij dient te worden aangetekend,

[29] Mrs. Robinson werd met name geïnspireerd door Sraffa's voorwoord bij de 'Principles' van D. Ricardo. Zie J. Robinson, 'Capital Theory up to Date', art. cit.

[30] Zie D. Dewey, *Modern Capital Theory*, New York 1965, blz. 28.

dat de uitdaging, die in Samuelson's verdediging van de parabels door middel van de zgn. surrogaat-produktiefunctie besloten lag, stimulerend heeft gewerkt. Een gedeelte van het werk van P. Garegnani, waaraan in dit verband grote betekenis moet worden gehecht, is in reactie op de visie van Samuelson ontstaan.

In het onderhavige artikel is met behulp van een model met twee sectoren nagegaan wat er van de neoklassieke parabels overblijft in dien rekening wordt gehouden met de heterogeniteit van het kapitaal. Daarbij is speciale aandacht geschonken aan de hoogtepunten uit het recente debat, zoals D. G. Champernowne's constructie van de kettingindex, de reeds genoemde surrogaat-produktiefunctie en de discussies over de terugkeer van technieken. Met dit laatste onderwerp lijkt de strijd beslecht, zodat de neoklassieke stellingen definitief naar het rijk van de fabelen kunnen worden verwezen. In dit verband kan nog worden opgemerkt, dat bij een generalisatie van de theorie door meer dan twee sectoren te onderscheiden de kans op terugkeer van technieken groter wordt. De loon-interestcurves zijn dan namelijk doorgaans afwisselend convex en concaaf, zodat meerdere wisselpunten waarschijnlijk zijn.[31]

In de discussies is veelal de nadruk gelegd op het existeren van de *macro-economische* (geaggregeerde) produktiefunctie. Ook in dit artikel ligt hier het zwaartepunt van de probleemstelling. Ter vermijding van mogelijke misverstanden zij er echter nogmaals op gewezen, dat het niet gaat om het bestaan van de macro-economische produktiefunctie als zodanig, maar om de geoorloofdheid van het gebruik van de produktiefunctie in welk gedesaggegreerd model dan ook. Anders gezegd: bestreden wordt de visie, dat kapitaal als produktiefactor op dezelfde wijze kan worden behandeld als de factor arbeid, met alle consequenties van dien.

Twee pogingen de neoklassieke theorie te handhaven onder erkenning van de heterogeniteit van het kapitaal bleven hier onbesproken. Bedoeld worden de opvatting van E. von Böhm-Bawerk enerzijds en R. M. Solow's insisteren op de speciale betekenis van de 'social rate of return' anderzijds.[32] Volgens Böhm-Bawerk kan in de 'gemiddelde produktieperiode' een adequate maatstaf worden gevonden voor kapitaal. De definitie van dit begrip heeft in de loop

[31] Zie P. Sraffa, op. cit., en P. Garegnani, art. cit.

[32] R. M. Solow, 'The Interest Rate and Transition Between Techniques' in: *Socialism, Capitalism and Economic Growth. Essays presented to Maurice Dobb* (red. C. H. Feinstein), Cambridge (Eng.) 1967.

van de tijd nogal wat stof tot discussie doen opwaaien. Gebleken is daarbij, dat Böhm-Bawerk met enkelvoudige in plaats van samengestelde interest werkt, hetgeen zijn theorie onaanvaardbaar maakt.[33] Bij Solow is de moeilijkheid, dat hij geen theorie schijnt te hebben en bovendien niet voldoende nauwgezet met zijn definities omspringt. Uiteraard dienen deze beweringen te worden waargemaakt. Op deze plaats moge evenwel worden volstaan met een verwijzing naar de indringende kritiek van L. L. Pasinetti.[34]

Als belangrijkste conclusie komt uit het moderne debat over de kapitaaltheorie naar voren, dat de inkomensverdeling niet door de stand van de techniek in samenhang met het aanbod van produktiefactoren kan worden verklaard. Het model blijft op dit punt als het ware open. Dit betekent niet, dat de inkomensverdeling ongedetermineerd is, maar wel dat de verklaring elders moet worden gezocht. Dit is op zich niets nieuws, zoals J. Robinson op beknopte wijze als volgt onder woorden heeft gebracht: 'There have been three types of theory of the distribution of the product of industry between wages and profits. In classical theory (of which Von Neumann provides the most systematic account) the real wage per man is a technical datum; the rate of profit on capital emerges as a residual. In Marx the rate of exploitation (the ratio of net profit to wages) is the result of the balance of forces in the class struggle. For Marshall, there is a normal rate of profit and the real wage emerges as a residual; extension of Keynes' General Theory into the long period finds a clue to the level of profits in the rate of accumulation and the excess of saving out of profits over saving out of wages'.[35]

De restauratie van het klassieke produktiemodel door Sraffa werpt niet alleen een ander licht op het vraagstuk van de inkomensverdeling. De consequenties reiken veel verder. Het gaat immers om de grondslag, waarop een aanzienlijk gedeelte van de economische

[33] Zie bijvoorbeeld M. Blaug, op. cit., blz. 468–469; zie ook R. P. Zuidema, *Produktie, kapitaal en produktiviteit*, Haarlem 1970, hfdst. 5.

[34] L. L. Pasinetti, 'Switches of Technique and the "Rate of Return" in Capital Theory', *Economic Journal*, september 1969, en verder: R. M. Solow, 'On the Rate of Return: Reply to Pasinetti', alsmede L. L. Pasinetti, 'Again on Capital Theory and Solow's "Rate of Return"', *Economic Journal*, juni 1970.

[35] J. Robinson, 'Capital Theory up to Date', art. cit., blz. 315. Aangetekend zij hierbij, dat het ter bepaling van r met behulp van de spaarfunctie en de natuurlijke groeivoet (om de terminologie van R. F. Harrod te gebruiken) niet noodzakelijk is, dat de spaarquoten van de inkomenstrekkers verschillen. Zie bijvoorbeeld Th. van de Klundert, "Twee visies op het vraagstuk van de kapitaalaccumulatie', *De Economist*, september/oktober 1967, par. 2.2.

theorie stoelt. Als de voortekenen dan ook niet bedriegen, kan men in het komende decennium verschillende min of meer nieuwe theoretische inzichten tegemoet zien.[36]

Summary

PRODUCTION, CAPITAL AND INTEREST

As recent discussions show the theory of capital is still an important issue. Surveys by among others Harcourt and Dobb have brought the main themes of this theory before a larger audience. This paper aims at the same purpose. Apart from being written in Dutch the difference with the other surveys lies in the rigourous application of a two-sector model with heterogeneous capital with respect to all the questions raised.

Section two of the paper is devoted to the critique of neo-classical theory by J. Robinson and D. G. Champernowne's answer in the form of the chain index method to measure capital. P. A. Samuelson's surrogate production function and P. Garegnani's refutation of it are discussed in the next section. The final section on technical matters deals with the relation between capital intensity and the rate of interest. In this setting attention is paid to the famous "reswitching debate" in the late sixties.

In a concluding section the meaning of the central controversy is emphasized. For, as P. Sraffa has shown, it is not only the theory of income distribution which is highly vulnerable but also the whole foundation of micro-economics by the neo-classical authors that goes with it. This is what makes the whole dispute so fascinating.

[36] Zie in dit verband P. Garegnani, art. cit., par. VI, en M. Dobb, 'The Relevance of Marx's Theory of Value and Distribution' (te verschijnen in de bundel *Capitalism in the Seventies*).

PREVIOUS NUMBERS:

*) not available

EIT 1971

Overdruk uit De Economist 1970, nr 6, nov./dec.